

Там же нанесен коэффициент m , характеризующий кинематические свойства струи и зависящий от условий истечения воздуха через приточный насадок, который определяется по формуле: $m = u_{oc}/u_o \cdot \sqrt{\bar{y}}$, где u_o – среднерасходная скорость на истечении. А также безразмерная осевая скорость u_{oc}/u_o . Среднее значение коэффициента $m = 2,78$ было определено по основному участку, на котором значения коэффициента практически постоянны (отклонение от среднего не более 5 %). В [1] приведено значение коэффициента m , которое для прямоугольного щелевого отверстия при ненастилающей струе равно 2,5.

По результатам исследования можно сделать вывод об отличии кинематических свойств струи истекающей из среднего бокового отверстия от струй, истекающих из торцевых отверстий каналов.

Список использованных источников

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. В60 Ч.3, Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1992. 319 с.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
3. Ханжонков В.И., Давыденко Н.И. Сопротивление боковых отверстий концевой участка трубопровода // Промышленная аэродинамика. М., 1959. № 15. С. 38-46.
4. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. М.: Стройиздат, 1954. 288 с.
5. Шепелев И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении. М.: Стройиздат, 1978. 145 с.

УДК 669.187.2:621.365.2]:662.612.321/322

РАБОТА СОВРЕМЕННОЙ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

THE WORK OF MODERN ELECTRIC ARC FURNACE USING DIFFERENT FUELS

Глухов И. В., Плесакин И. В., Воронов Г. В.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, ermia12@mail.ru

Glukhov I. V., Plesakin I. V., Voronov G. V.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Выполнена оценка технологических и теплотехнических показателей работы современной дуговой сталеплавильной печи при сжигании природного газа с кислородом с целью нагрева холодной шихты в рабочем пространстве печи. Произведен анализ скорости нагрева шихтовых материалов до температуры размягчения железосодержащих компонентов.

Abstract: It was the estimate process and thermal performance of a modern electric arc furnace during the combustion of natural gas with oxygen to heat the cold charge in the furnace. The analysis of the rate of heating the raw materials up to the softening temperature of the iron-containing components.

Ключевые слова: печь; шихта; природный газ; горелка; энергия.

Key words: furnace; charge; natural gas; burner; energy.

В мировом производстве доля стали, получаемая в электропечах (на 2014 г.) составляет 25,8 %, в России этот же показатель равен 30,5 % [1]. Основным электрическим агрегатом для выплавки стали является современная дуговая сталеплавильная печь (ДСП). В современных дуговых сталеплавильных печах получают полупродукт стали из железосодержащей шихты, который затем доводится до заданного химического состава в агрегатах внепечной обработки.

С позиции применения разнотипных энергоносителей современную ДСП следует рассматривать как комплексный тепловой агрегат, в котором используют помимо электрической энергии, природный газ и кислород по способу пламенных сталеплавильных печей, а также твердое топливо (кокс) по принципу карбюраторного процесса [2]. Использование энергии топлива в рабочем пространстве печи способствует существенному улучшению основных показателей работы печи. Так, применение природного газа с кислородом для «подрезки» металлической шихты и дополнительного нагрева расплава позволяет уменьшить расход электроэнергии с 550 кВт·ч/т (классическая ДСП) до 375 кВт·ч/т, а продолжительность плавки сократить с 4,6 ч до 1 ч [3].

Способ загрузки шихты (в две бадьи на болото) и дополнительное использование энергии топлива в рабочем пространстве современной дуговой печи создают трудности в организации теплового, аэродинамического и температурного режимов. Положительный эффект в таком случае существенно зависит от рационально выбранной схемы размещения горелочных устройств с учетом режима их работы и параметров факела.

В работе по совершенствованию газодинамики рабочего пространства современной дуговой сталеплавильной печи нами были рассмотрены варианты установки топливосжигающих устройств (ТСУ) [4]. На рисунке представлена схема расположения топливосжигающих устройств и поверхностей аэродинамического воздействия на поверхность холодной зоны шихты для базового варианта и для рекомендованного нами.

Размещение горелок с тангенциальным направлением факела (рекомендованное) создает горизонтальную циркуляцию продуктов горения у

поверхности шихты, обеспечивает круговое движение газов в зоне расположения холодной шихты рабочего пространства и не допускает направленного воздействия потока продуктов горения на поверхность электродов. Интенсивное движение газов сосредоточено в нижней части печи у поверхности зеркала ванны.

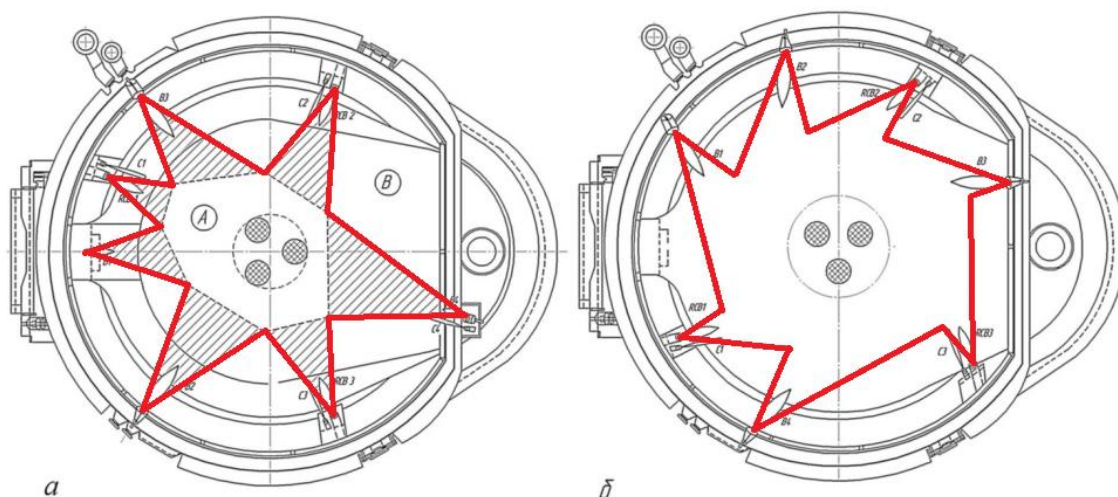


Схема расположения топливосжигающих устройств и поверхностей
аэродинамического воздействия

- а – базовое предложение фирмы "Danieli" (радиальное расположение горелок);
б – предложенный в данной работе вариант (тангенциальное расположение горелок)

Оптимальное размещение горелочных устройств является важным условием обеспечения производительной и надежной работы печи. Предложенные нами рекомендации способствуют улучшению условий службы огнеупорной футеровки и электродов.

Для сравнительной оценки времени нагрева слоя холодной шихты, состоящего из разнородных материалов, предложена методика расчета. В расчете использованы: критерий подобия Фурье (Fo), Био (Bi) и безразмерный температурный критерий по массе θ_m , которые определены при условии, что аддитивные коэффициенты теплопроводности (λ), плотности (ρ) и теплоемкости (C) шихтовых материалов приняты средними между температурой начальной шихтовых материалов $t_{нач} = 50^\circ\text{C}$ и конечной $t_m = 1300^\circ\text{C}$ по массе всей садки. Температура газовой среды в рабочем пространстве печи ($t_{ср} = 2187^\circ\text{C}$) была получена исходя из расчета балансовой температуры горения природного газа с кислородом с учетом пирометрического коэффициента $\eta_{пир}^- = 0,81$. Исходные данные состава шихты приняты по технологической инструкции плавки в ДСП-120 на 140 т шихты и массу первой бадьи 75 т.

В результате расчетов определили оптимальную высоту расположения топливосжигающих устройств при которой время нагрева до температуры

«ковкости» сократилось на 29,6 %. При таком расположении горелок ожидается минимальное воздействие продуктов сгорания на футеровку и электроды печи. Температура дымовых газов на выходе будет ниже рекомендованной по проекту.

В заключение можно отметить, что предложенный в данной работе способ интенсивного нагрева и плавления холодной шихты позволяет за счет применения газокислородной смеси и рациональной организации движения продуктов сгорания сократить номинальную электрическую мощность.

Список использованных источников

1. Worldsteel Association Steel Statistical Yearbook 2014. Brussels: Worldsteel Committee on Economic Studies, 2014. 20 p.

2. Бельковский А. Г., Кац Я. Л., Краснянский М. В. Современное состояние и тенденции развития технологии производства стали в ДСП и их конструкции // Черная металлургия : Бюл. ин-та «Черметинформация». 2013. № 3. С. 72–78.

3. Металлургические мини-заводы : монография / А. Н. Смирнов, В. М. Сафонов, Л. В. Дорохова, А. Ю. Цупрун . Донецк : Норд-Пресс, 2005. 469 с. : ил. Библиогр. : С. 421–449.

4. Воронов Г. В. Газодинамика рабочего пространства современной дуговой сталеплавильной печи / Г. В. Воронов, М. В. Антропов, И. В. Глухов // Новые огнеупоры. 2014. № 11. С. 23–25.

УДК 620.92

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА

IMPROVING THE EFFICIENCY OF AIR COOLING UNITS

Грабовский В. Ю., Захаренко С. О.
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень,
vyacheslavgrabovskii@gmail.com

Grabovskii V. Yu., Zakharenko S. O.
Tyumen Industrial University, Tyumen

Аннотация: В работе рассмотрены способы повышения эффективности аппаратов воздушного охлаждения (АВО). Отображены результаты изменения различных параметров, влияющих на работу данных агрегатов. Проанализировано количество сэкономленной энергии посредством применения различных методов улучшения АВО.